I Erläuterungen

Voraussetzungen gemäß KCBG und Abiturerlassen BG jeweils in der für den Abiturjahrgang geltenden Fassung

Standardbezug
Die nachfolgend ausgewiesenen Kompetenzbereiche sind für die Bearbeitung der jeweiligen Aufgabe besonders bedeutsam. Darüber hinaus können weitere, hier nicht explizit ausgewiesene Kompetenzen für die Bearbeitung der Aufgabe nachrangig bedeutsam sein, zumal die Kompetenzen in engem Bezug zueinander stehen. Die Operationalisierung des Bezugs zu den Kompetenzbereichen des Standardbezugs erfolgt in Abschnitt II.

Aufgabe	Kompetenzbereiche				
	K1	K2	K3	K4	K5
1.1	X	X			
1.2.1		X			
1.2.2	X	X			
1.3.1	X	X			
1.3.2	X	X			
2.1.1		X			
2.1.2	X	X		X	
2.2	X	X			
2.3.1	X	X			
2.3.2	X	X			
2.3.3	X				
2.4.1		X			
2.4.2		X			

Inhaltlicher Bezug
Die nachfolgend ausgewiesenen Themenfelder sind die wesentliche inhaltliche Grundlage für die vorliegenden Aufgaben. Darüber hinaus können weitere, hier nicht explizit ausgewiesene Themenfelder für die Bearbeitung nachrangig bedeutsam sein.
Q1: Wichtige Kohlenstoffverbindungen in Labor und Technik
Q2: Instrumentelle Analysetechniken
Q3: Redoxreaktionen, Elektrochemie und Energetik

verbindliche Themenfelder:
Aliphatische Kohlenstoffverbindungen (Q1.1), Aromatische Kohlenstoffverbindungen (Q1.2), UV-VIS-Spektroskopie (Q2.1), Gaschromatographie (GC) (Q2.2), Redoxreaktionen und Elektrochemie (Q3.1), Energetik bei chemischen Reaktionen (Q3.2)

II Lösungshinweise

In den nachfolgenden Lösungshinweisen sind alle wesentlichen Gesichtspunkte, die bei der Bearbeitung der einzelnen Aufgaben zu berücksichtigen sind, konkret genannt und diejenigen Lösungswege aufgezeigt, welche die Prüflinge erfahrungsgemäß einschlagen werden. Selbstverständlich sind jedoch Lösungswege, die von den vorgegebenen abweichen, aber als gleichwertig betrachtet werden können, ebenso zu akzeptieren.

Aufg.	erwartete Leistungen	BE I	BE II	BE III
1.1	berechnen $\Delta_R H_m^0 = \left[\Delta_f H_m^0 (CaCO_3, s) + \Delta_f H_m^0 (H_3O^+, aq)\right]$ $-\left[\Delta_f H_m^0 (Ca^{2+}, aq) + \Delta_f H_m^0 (HCO_3^-, aq) + \Delta_f H_m^0 (H_2O, l)\right]$ $= \left\{\left[(-1207)+(-286)\right]-\left[(-543)+(-692)+(-286)\right]\right\} \frac{kJ}{mol} = 28 \frac{kJ}{mol}$ $\Delta_R S_m^0 = \left[S_m^0 (CaCO_3, s) + S_m^0 (H_3O^+, aq)\right]$ $-\left[S_m^0 (Ca^{2+}, aq) + S_m^0 (HCO_3^-, aq) + S_m^0 (H_2O, l)\right]$ $= \left\{\left[93+70\right]-\left[(-53)+91+70\right]\right\} \frac{J}{K \cdot mol} = 55 \frac{J}{K \cdot mol}$ $\Delta_R G_m = \Delta_R H_m^0 - T \cdot \Delta_R S_m^0 = 28 \frac{kJ}{mol} - \left(314{,}85\,K \cdot 0{,}055 \frac{kJ}{K \cdot mol}\right) = 10{,}683 \frac{kJ}{mol}$ $\Delta_R G_m = -R \cdot T \cdot \ln K_c \;\Rightarrow\; K_c = e^{-\frac{\Delta_R G_m}{R \cdot T}} = e^{-\frac{10683}{8{,}314 \cdot 314{,}85} \cdot \frac{J \cdot mol \cdot K}{J \cdot mol \cdot K}} = 0{,}017 \frac{L}{mol}$ diskutieren Das Gleichgewicht liegt, dies erkennt man an dem kleinen Wert für die Gleichgewichtskonstante, stark auf der Eduktseite. Es kommt trotzdem zur Abscheidung des Calciumcarbonats, da dieses als Feststoff ausfällt und dem Gleichgewicht ständig entzogen wird. Dadurch wird das Gleichgewicht gestört und das System versucht es wieder einzustellen. Somit wird stetig Produkt nachgebildet.	4		2
1.2.1	erklären CO_2 wird abgeatmet und damit die Konzentration des gasförmigen Kohlendioxids verringert. Das gestörte Gleichgewicht wird durch Produktbildung wiederhergestellt. Da alle drei Gleichgewichte aufeinander aufbauen, setzt sich dieser Vorgang fort und führt letztlich zu einem Abbau der Protonenkonzentration und damit zu einem steigenden pH-Wert.			3
1.2.2	berechnen $\frac{70\,mL}{1\,kg} = \frac{V_{Blut}}{1{,}7\,kg} \;\Rightarrow\; V_{Blut} = 119\,mL$ $n(CaCO_3) = \frac{m(CaCO_3)}{M(CaCO_3)} = \frac{5{,}00\,g \cdot mol}{100{,}09\,g} = 0{,}050\,mol = n(H^+)$ $c(H^+) = \frac{n(H^+)}{V_{Blut}} = \frac{0{,}050\,mol}{0{,}119\,L} = 0{,}420 \frac{mol}{L}$ $pH = -\lg c(H^+) = 0{,}38$	3		
1.3.1	formulieren $2\,H^+ + Zn \rightarrow H_2 + Zn^{2+}$ $\overset{III}{R\text{-}NO_2} + 3\,\overset{0}{H_2} \rightarrow \overset{-III\;I}{R\text{-}NH_2} + 2\,H_2O$ Der Stickstoff wird reduziert. Er nimmt sechs Elektronen auf. Der Wasserstoff wird oxidiert. Jedes H-Atom gibt ein Elektron ab		1 3	

1.3.2	formulieren Bildung des Elektrophils $2\,H_2SO_4 \rightarrow SO_3 + H_3O^+ + HSO_4^-$ oder alternativ $SO_3 + H_3O^+ \rightarrow H_2O + HSO_3^+$ Mechanismus der elektrophilen Substitution π-Komplex σ-Komplex		4	
	erklären Aufgrund des positiven mesomeren Effektes der Aminogruppe entsteht im Edukt in ortho- und para-Stellung eine erhöhte negative Ladungsdichte, welche das Elektrophil bevorzugt an diese Positionen lenkt.		3	
	Summe 23	**7**	**11**	**5**

<table>
<tr><th rowspan="2">Aufg.</th><th rowspan="2">erwartete Leistungen</th><th colspan="3">BE</th></tr>
<tr><th>I</th><th>II</th><th>III</th></tr>
<tr><td>2.1.1</td><td>zuordnen
Die chromophore Gruppe in beiden Verbindungen stellt das π-System dar. Durch das große konjugierte Doppelbindungssystem ergibt sich für beide Verbindungen ein bathochromer Shift und damit eine Absorption im sichtbaren Bereich des elektromagnetischen Spektrums. Da das konjugierte System bei Canthaxanthin größer ist als bei Zeaxanthin, ist bei Ersterem der bathochrome Shift stärker und damit die absorbierte Wellenlänge größer.
Aus der Tabelle der Komplementärfarben in der Formelsammlung ergibt sich die Farbe Rot für Canthaxanthin und die Farbe Gelborange für Zeaxanthin.</td><td></td><td>3</td><td></td></tr>
<tr><td>2.1.2</td><td>diskutieren
Sowohl die beiden Lösungsmittel als auch der Analyt weisen Hydroxygruppen auf. Somit sind alle Moleküle zur Ausbildung von H-Brücken fähig bzw. alle Moleküle haben einen polaren Bereich. Der Analyt hat allerdings einen sehr großen unpolaren Bereich. Daher wird er sich am besten in dem Lösungsmittel lösen, das am unpolarsten ist. Das ist Ethanol, da es neben der polaren Hydroxygruppe auch die unpolare Ethylgruppe aufweist.</td><td></td><td></td><td>3</td></tr>
<tr><td></td><td>planen, berechnen
Für die Messlösung (ML) ergibt sich gemäß LAMBERT-BEER die folgende Konzentration:
$c_{\mathrm{ML}} = \frac{E}{\varepsilon \cdot d} = \frac{0,5 \cdot \mathrm{mol} \cdot \mathrm{cm}}{145000\, L \cdot 1\mathrm{cm}} = 3,448 \cdot 10^{-6}\, \frac{\mathrm{mol}}{\mathrm{L}}$
Daraus ergibt sich für einen 20 mL-Kolben die folgende Einwaage:
$m = c_{\mathrm{ML}} \cdot M \cdot V_{\mathrm{ML}} = 3,448 \cdot 10^{-6}\, \frac{\mathrm{mol}}{\mathrm{L}} \cdot 568,89\, \frac{\mathrm{g}}{\mathrm{mol}} \cdot 0,020\,\mathrm{L} = 3,9 \cdot 10^{-5}\,\mathrm{g}$
Da diese Einwaage für analytische Zwecke zu klein ist, werden die laut Guter Laborpraxis (GLP) zulässigen 100 mg eingewogen. Die daraus resultierende konzentrierte Lösung (Lösung 1) muss geeignet verdünnt werden. Dabei ist die Verwendung der 1 mL-Vollpipette aufgrund des relativ großen Fehlers zu vermeiden. Es ergibt sich die folgende Verdünnungsreihe:
<table>
<tr><th>Lösung</th><th>Verdünnung $\frac{V_{\mathrm{Vollpipette}}}{V_{\mathrm{Messkolben}}}$</th><th>Konzentration in $\frac{\mathrm{mol}}{\mathrm{L}}$</th></tr>
<tr><td>1</td><td>-</td><td>$7,031 \cdot 10^{-3}$</td></tr>
<tr><td>2</td><td>$\frac{2}{20}$</td><td>$7,031 \cdot 10^{-4}$</td></tr>
<tr><td>3</td><td>$\frac{2}{20}$</td><td>$7,031 \cdot 10^{-5}$</td></tr>
<tr><td>4</td><td>$\frac{2}{20}$</td><td>$7,031 \cdot 10^{-6}$</td></tr>
<tr><td>5</td><td>$\frac{10}{20}$</td><td>$3,516 \cdot 10^{-6}$</td></tr>
</table>
</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>planen</td><td></td><td></td><td>2</td></tr>
<tr><td></td><td>berechnen</td><td>2</td><td></td><td></td></tr>
</table>

Nicht für den Prüfling bestimmt

Aufg.	erwartete Leistungen	BE I	BE II	BE III
2.2	entwickeln $R{-}\overline{O}H \;+\; HPO_4^{2-} \;\leftarrow\; R{-}\overline{O}|^{-} \;+\; H_2PO_4^{-}$		2	1
2.3.1	berechnen Kalibrierung: Die rechnerische Auswertung ergibt die Geradengleichung: $A = 947 + 5{,}0263 \cdot \beta_{PL}\,(\text{Analyt})$ $\text{Mit } A_{PL} \text{ folgt}: \beta_{PL}\,(\text{Analyt}) = 8800\,\frac{\text{pg}}{\text{L}}$ Die grafische Auswertung ergibt: Extinktion; β_{Analyt} in pg/L Probelösung: $m_{Analyt} = V \cdot \beta_{PL}\,(\text{Analyt}) = 20{,}00\,\mu\text{L} \cdot 8800\,\frac{\text{pg}}{\text{L}} = 0{,}176\,\text{pg}$ $m_{\text{Analyt im Ei}} = \frac{m_{Analyt} \cdot m_{Ei}}{m_{Probe}} = \frac{0{,}176\,\text{pg} \cdot 68{,}00\,\text{g}}{1{,}0432\,\text{g}} = 11{,}45\,\text{pg}$	4		

Aufg.	**erwartete Leistungen**	**BE**		
		I	**II**	**III**
2.3.2	bestimmen $t_0 = 0{,}80\,\text{cm}$ $t_{R1} = 5{,}85\,\text{cm}$ und $w_{b1} = 0{,}70\,\text{cm}$ $t_{R2} = 6{,}85\,\text{cm}$ und $w_{b2} = 0{,}80\,\text{cm}$ berechnen $\alpha = \frac{t'_{R2}}{t'_{R1}} = \frac{(6{,}85-0{,}80)\,\text{cm}}{(5{,}85-0{,}80)\,\text{cm}} = 1{,}20$ $R_S = \frac{2\cdot(t_{R2}-t_{R1})}{w_{b1}+w_{b2}} = \frac{2\cdot(6{,}85-5{,}85)\,\text{cm}}{(0{,}70+0{,}80)\,\text{cm}} = 1{,}33$	2	2	
2.3.3	vergleichen Während man bei der Methode des externen Standards auf gleiche Einspritzvolumina achten muss, da es sich um eine Absolutmethode handelt, ist dies bei der 100%-Methode (Relativmethode) nicht notwendig.		2	
2.4.1	begründen Für die Höhe des Siedepunkts sind Art bzw. Stärke der intermolekularen Wechselwirkungen sowie die Masse und die Oberfläche des Moleküls verantwortlich. Während die Oberflächen ähnlich sind, ist die Masse bei Schwefelwasserstoff größer, was zu einem gegenüber Wasser höheren Siedepunkt führen müsste. Der einflussreichste Faktor ist aber die Stärke der intermolekularen Wechselwirkungen. Aufgrund der Elektronegativitätsdifferenz zwischen Sauerstoff und Wasserstoff weist Wasser Wasserstoffbrückenbindungen zwischen den partiell positiv geladenen Wasserstoffatomen und den Elektronenpaaren des Sauerstoffs auf. Da die Bindung zwischen Schwefel und Wasserstoff nicht ausgeprägt polar ist, ist der Wasserstoff hier nur wenig partiell positiv und es liegen nur sehr schwache Wasserstoffbrückenbindungen vor. Hierin liegt der niedrige Siedepunkt des Schwefelwasserstoffs begründet.			2
2.4.2	begründen Die hier wichtige Voraussetzung für den Ablauf einer S_N2-Reaktion ist das gute negativ geladene Nucleophil. Diese Voraussetzung ist in der abgebildeten Reaktionsgleichung gegeben. Bei niedrigem pH-Wert wäre die Konzentration des Hydroxid-Ions sehr gering, wodurch Wasser als das wesentlich schlechtere Nucleophil zur Verfügung stünde. Die Reaktion würde unter diesen Bedingungen nicht ablaufen.			2
	Summe 27	**8**	**9**	**10**

III Bewertung und Beurteilung

Die Bewertung und Beurteilung erfolgt unter Beachtung der nachfolgenden Vorgaben nach § 33 der Oberstufen- und Abiturverordnung (OAVO) in der jeweils geltenden Fassung. Bei der Bewertung und Beurteilung der sprachlichen Richtigkeit in der deutschen Sprache sind die Bestimmungen des § 9 Abs. 12 Satz 3 OAVO in Verbindung mit Anlage 9b anzuwenden.

Bei der Bewertung und Beurteilung der Übersetzungsleistung in den Fächern Latein und Altgriechisch sind die Bestimmungen des § 9 Abs. 14 OAVO in Verbindung mit Anlage 9c anzuwenden.

Der Fehlerindex ist nach Anlage 9b zu § 9 Abs. 12 OAVO zu berechnen. Für die Ermittlung der Punkte nach Anlage 9a zu § 9 Abs. 12 OAVO sowie Anlage 9c zu § 9 Abs. 14 OAVO wird jeweils der ganzzahlige nicht gerundete Prozentsatz bzw. Fehlerindex zugrunde gelegt.

Für die Bewertung in den modernen Fremdsprachen ist der „Erlass zur Bewertung und Beurteilung von schriftlichen Arbeiten in allen Grund- und Leistungskursen der neu beginnenden und fortgeführten modernen Fremdsprachen in der gymnasialen Oberstufe, dem beruflichen Gymnasium, dem Abendgymnasium und dem Hessenkolleg“ vom 7. August 2020 (ABl. S. 519) zugrunde zu legen. Demnach erfolgt die Bewertung und Beurteilung mit der Maßgabe, dass lediglich bei der Ermittlung des Prüfungsergebnisses (Note) aus Prüfungsteil 1 und 2 gerundet wird.

Darüber hinaus sind die Vorgaben der Erlasse „Hinweise zur Vorbereitung auf die schriftlichen Abiturprüfungen (Abiturerlass)“ und „Durchführungsbestimmungen zum Landesabitur“ in der für den Abiturjahrgang geltenden Fassung zu beachten.

Als Kriterien für die Bewertung und Beurteilung dienen unter Beachtung der Zielsetzung der gymnasialen Oberstufe nach § 1 Abs. 2 OAVO neben dem Inhaltlichen auch die in den Kerncurricula genannten überfachlichen Kompetenzen, insbesondere die Sprachkompetenz und Wissenschaftspropädeutik; dies zeigt sich u.a. in qualitativen Merkmalen wie Strukturierung, Differenziertheit, (fach-)sprachlicher Gestaltung und Schlüssigkeit der Argumentation.

Im Fach Chemietechnik besteht die Prüfungsleistung aus der Bearbeitung von zwei Aufgabenmodulen, wofür insgesamt maximal 100 BE vergeben werden können. Ein Prüfungsergebnis von **5 Punkten (ausreichend)** setzt voraus, dass mindestens 45% der zu vergebenden BE erreicht werden. Ein Prüfungsergebnis von **11 Punkten (gut)** setzt voraus, dass mindestens 75% der zu vergebenden BE erreicht werden.

Gewichtung der Aufgaben und Zuordnung der Bewertungseinheiten zu den Anforderungs-bereichen

Aufgabe	**Bewertungseinheiten in den Anforderungsbereichen**			**Summe**
	AFB I	**AFB II**	**AFB III**	
1	7	11	5	**23**
2	8	9	10	**27**
Summe	**15**	**20**	**15**	**50**

Die auf die Anforderungsbereiche verteilten Bewertungseinheiten innerhalb der Aufgaben sind als Richtwerte zu verstehen.